

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—4625

⑤ Int. Cl.³
H 04 B 9/00

識別記号

庁内整理番号
6442—5K

⑬ 公開 昭和57年(1982)1月11日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 光通信方式

東京都港区芝五丁目33番1号日
本電気株式会社内

⑮ 特 願 昭55—77981

⑯ 出 願 人 日本電気株式会社

⑰ 出 願 昭55(1980)6月10日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 発 明 者 三田陽

⑲ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

1. 発明の名称

光通信方式

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体レーザの出力光を光ファイバを經由して伝送し、アバランシ光ダイオードで検出する光通信方式において、該半導体レーザに周波数ならびに強度がほぼ一定の緩和振動による光パルス列を発生せしめ、この光パルス列を振幅変調せしめて出力する光送信器と、この光出力信号を受信し、該緩和振動と同一の共振周波数を有する同軸型共振空洞内に格納され、大振幅動作可能な、逆バイアスされたアバランシ光ダイオードによって光検出ならびに増幅を行ない、この出力を前記発振源と同一の緩和振動周波数を有する半導体レーザに印加して再生光を得る光中継器と、受信した光信号を該緩和振動に共振する周波数を有する同軸共振空洞内に格納されたアバランシ光ダイオ-

ードで電気出力を得る光受信器とを有する光通信方式。

(2) 特許請求の範囲第(1)項記載の光通信方式において、該半導体レーザの出力光の1部を、該緩和振動と一致した共振周波数を有する同軸型空洞共振器内に格納され、逆バイアスを印加したアバランシ光ダイオードに入射せしめて、注入同期による大振幅電気振動を行なわしめ、該電気振動の出力の一部を外部制御可能な可変減衰器と移相器を経て該半導体レーザに印加し、かつ該電気出力の他の一部を外部標準周波数源の出力と比較し両者の周波数差に比例する直流出力を該半導体レーザの直流バイアスの一部に加えて緩和振動の周波数を安定化し、該電気出力の他の一部を検波し該出力をもって該可変減衰器を制御して出力強度を安定化するようにした該光送信器を有する光通信方式。

(3) 特許請求の範囲第(1)項または第(2)項記載の光通信方式において、該光送信器、該光中継器または該光受信器において使用する該アバランシ光

ダイオードが直接遷移型の化合物半導体からなる大振幅動作可能なアバランシ光ダイオードである光通信方式。

3 発明の詳細な説明

本発明は耐雑音性ならびに信号伝送距離においてすぐれ、しかも比較的廉価に構成することが可能な光通信方式に関する。

近年電気信号にかわって光を媒体とする通信方式がその遠距離伝送可能な点、誘導雑音に対する耐性ならびに将来にわたって低廉化が可能である点から大きな関心が寄せられている。現在のかゝる光通信方式の代表的な構成は直接変調された半導体レーザを発振源とし、低損失のシリカ・ガラスを素材とした光ファイバを伝送路とし、アバランシ光ダイオードを検出器とするものであつて、かゝる方式によって代表的には50 Kmに達する中継間隔をもつ光通信が実現されている。

かゝる方式による光通信方式において中継間隔を決定するものは光ファイバからなる伝送路にお

を行なうか、あるいは情報信号を再生して取出さんとするもので、かゝる光電変換時ならびに増幅時における雑音の発生も当然問題となっており、耐雑音性が高く、しかも廉価に構成しうる中継器ならびに受信器の出現が要望されていた。

本発明は従来の光通信方式におけるこれらの難点を解消し遠距離伝送可能であり耐雑音性が高くしかも構造簡單で比較的廉価に構成することが可能な光通信方式を提供することを目的とする。

周知のように半導体レーザは製作条件ならびに動作条件で決定される緩和振動に相当する周波数の電気入力印加すると急峻な光パルス出力を発生しうることが知られている。かゝる状況下において光出力の平均値をとれば直流バイアス値に対応する定常的な発光出力とほとんどかわりないが、緩和振動のピーク値は容易に平均出力の4倍に達せしめることができ、また光出力のピーク値を高周波電気入力に対しプロットすれば、その微分量子効率は小信号の場合10倍に達せしめることができる。

ける損失がまずあげられるが、最近の低損失ファイバの損失値は理論的な極限值にかなり接近しつつあり、今後の大規模な改善は望めないのが実情である。中継間隔を決定する他の要因のうち最大のものは半導体レーザの出力における限界であつて、事実上、外来光雑音と伝送された光信号の強度関係によって決定される。しかるに直接変調を行なっている半導体レーザのピーク出力の強度は当然連続出力時の光出力のそれと同程度であり、しかも半導体レーザの構造上これも大規模な改善を期待することができない。

しかるに光通信情報の遠距離伝送は実用面からの一貫した要請であり、なかんずく海峡横断通信の如き応用においては中継間隔の増大は実用上大きな利益をとまなり点から強い要望がなされていたところであつた。

また光通信方式における中継器ならびに受信器においては、検出器たるアバランシ光ダイオードによる電気的出力をトランジスタ等の手段によって増幅しふたたび半導体レーザに印加して光再生

従来のかかる緩和振動による光出力は一般に振動周波数ともに不安定であることが広く知られていて、むしろ半導体応用上の障害となるため実用的な光通信方式に應用する試みはみられなかった。

本発明のいまひとつの特徴は光搬送信号が周期的な緩和振動波形であることを利用して同調増幅を行ないうる点にある。すなわち緩和振動周波数と一致した共振周波数を有する同軸型共振空洞内にアバランシ光ダイオードを格納し、適当な大きさの逆バイアスを印加しておき信号光を入射せしめると、通常の光検知の場合より同調の鋭さQ倍だけ高い光検出力が得られる信号対雑音比を改善しうだけでなく、信号光によって周波数および位相がロックされた大振幅の電流振動が生じ、これによって半導体レーザに直接緩和振動を誘起させるに充分な高周波電力をとり出すことが可能になる。印加バイアス電圧を適当に選択することによってかゝる信号光が除去されるとともに上記の電流振動がすみやかに減衰し消失せしめる如くすることももとより可能である。

本発明は発振源たる半導体レーザの出力光を射出し、これによって該半導体レーザの励振電圧を適切に制御することによつて該半導体レーザに周波数ならびに光強度一定の緩和振動を誘起せしめ、かかる半導体レーザの出力光を振幅変調しうる外部変調器を組み合わせるることによつて光送信器を構成し、かかる方法によつて得られた光信号を伝送路の受信側において射出する際、該緩和振動と一致した共振周波数を有する同軸型共振空洞内に格納された大振幅動作可能な逆バイアスされた直接遷移型半導体よりなるアバランシ光ダイオードによつて光検出ならびに増幅をあわせ行ないうる如くして光受信器を構成し、さらに光中継器にあっては、受信器におけると同様の方法によつて得られた電気的信号を光発振器における半導体レーザと同一周波数の緩和振動を有する如く調整された半導体レーザに供給することにより光中継器を構成する。

本発明における光送信器はまた、光発振器を構成する半導体レーザの発振光の一部を、該半導体

半導体より作られたアバランシ光ダイオード5に入射せしめる。アバランシ光ダイオード5は後述する適当な電圧値で逆バイアスされていて光入射に対応する大振幅の電気出力（ほぼ正弦波）6を得ることができる。アバランシ光ダイオード5からの電気出力6の一部は可変減衰器7（可変利得増幅器でもよい）ならびに移相器8を経て結合器9によつて半導体レーザ1に印加される。かかるループの形成によつて緩和振動を逐次的に励振することが可能になるが、これだけではこの出力光パルス列は周波数においても強度においても不安定である。安定化した緩和振動出力を得るためには、外部標準周波数源10からの出力を電気出力6の一部とともに比較検出器11に印加し、周波数差に比例する直流出力のうち適当な部分を結合器9によつて半導体レーザ1の直流バイアスとして増強せしめ周知の直流バイアスと緩和振動周波数間の関係を利用して周波数を安定化させるとともに検波器12によつて電気出力その強度を検出し、前述のループ内の可変減衰器を制御すること

レーザの緩和振動と一致した共振周波数を有する同軸共振空洞内に格納された大振幅動作可能な逆バイアスされた直接遷移型半導体よりなるアバランシ光ダイオードに照射せしめて高周波電気出力を生ぜしめ、該電気出力の一部を外部より制御可能な可変減衰器ならびに移相器を経て該半導体レーザに増強せしめるとともに該電気出力の他の一部を射出して出力光強度が一定となる如く該可変減衰器を制御し、さらに該電気出力の他の一部を外部標準周波数源と比較し、緩和振動周波数が所定の周波数になる如く、該半導体レーザに印加される直流バイアス電流を制御することによつて実現される。

本発明の主要な特徴ならびに利点をより一層明らかにするため、以下図面に示す一実施例について説明する。第1図にブロック図で示すような光送信器において、半導体レーザ1の出力光2のうち1部を半透明鏡3によつて分離して半導体レーザ1の緩和振動と同一の共振周波数を有する同軸型空洞共振器4内に格納され、直接遷移型化合物

によつて光出力強度を一定に保たしめることが可能となる。かかる方法によつて得られた周波数と強度が安定化された出力光パルス列は外部変調器13によつてたとえば第2図aの如き変調電気信号によつて同図bに示す光搬送波を同図cの如き形に振幅変調し送信することができる。

かかる被変調光信号の再生を光中継器によつて行なう際には第3図に示した如く、あらかじめ定まった光搬送波の周波数と一致した共振周波数を有する同軸型空洞共振器21内に格納された直接遷移型の化合物半導体よりなるアバランシ光ダイオード22に信号光23を入射せしめ内部で増幅を行なわしめる。送信器の場合と同様に適当な逆バイアスを印加することによつて信号光23によつて注入同期された大振幅動作を行なわしめることが、有効な電力増福利得を得る上に有利である。かくして得られた電気信号は結合器24を経て光搬送波の周波数と同一の緩和振動周波数を有する半導体レーザ25に印加され、入射信号とほぼ同一の波形をもつ第2図aに示すような再生光26

を得る。半導体レーザ25の緩和振動周波数 ω を正確に光送信器における半導体レーザ1のそれと一致させるため精密調整可能な直流バイアス源27が必要となる。

かかる信号光を検出する受信器においては第4図に示す如く光中継器の場合と同様の同軸型共振空洞器31内のアバランシ光ダイオード32に信号光33を入射せしめ、第2図dに示す如き電気信号を生じさせたのち公知の方法により検波器34で第2図eに示す再生信号を得ることができる。

これらの機器において用いられたアバランシ光ダイオードはシリコン製のものでも使用可能であるが、たとえばガリウム砒素の如く直接遷移型の化合物半導体を用いたものであれば光によるキャリア発生を表面附近に局限しうるため、注入同期による大振幅電気振動の発生にはるかに有利である。

上記の実施例において光通信方式に使用される波長としては通常のガリウム砒素半導体レーザとガリウム砒素アバランシ光ダイオードを用いて0.8

乃至0.85 μ mの範囲においても行ないうるが、

InGaAsP 4元素結晶からなる半導体レーザとアバランシ光ダイオードを使用することにより1.1乃至1.6 μ mの波長範囲も同様に応用することができる。

かかる光通信方式の採用によって、緩和振動によるピーク出力の増大、同調増幅器による利得の増大の効果が相乗的に加えられる結果、光通信方式全体の利得増大は中継器が存在しないとき100倍近くに達し、これは平均損失1dB/kmの光ファイバを使用した時中継距離にして20km程度の増大が可能になる。また中継器において明らかなように光検出器ならびに半導体レーザの両者において共振効果が利用できるため、構造が簡単である上に利得が高くしかも雑音に対して強いという特徴を発揮させることができ、従来の光通信方式に置換すれば信号対雑音比を数十倍程度改善することができる。

本発明の光通信方式において1チャンネルの情報伝達量は、大振幅動作アバランシ光ダイオードの

立上りおよび立下り時間によつて決定され、これらは共振空洞のQ値ならびにバイアス電圧値によつて決定されるので、両者を適当に選定することにより数十Mb/s程度の値に達せしめることができ、通常の通信手段として充分である。

流バイアス源、31……同軸型空洞共振器、32……アバランシ光ダイオード、33……入射信号光、34……検波器。

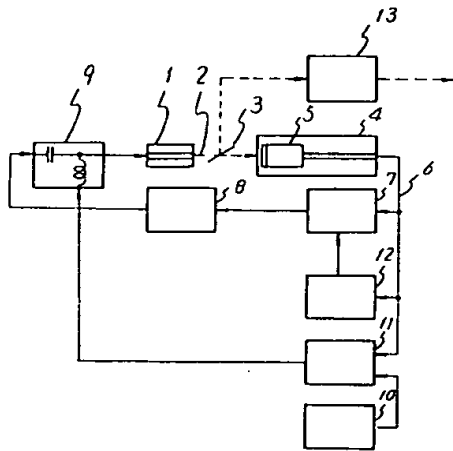
代理人 弁理士 内 原 晋

4. 図面の簡単な説明

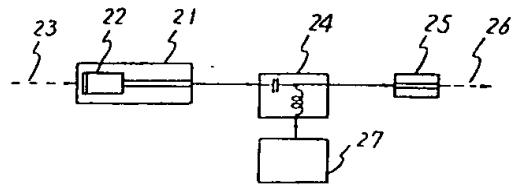
第1図、第3図、第4図は本発明の実施例における光送信器、光中継器および光受信器をそれぞれ示すブロック図、第2図は前記実施例の動作を示す波形図である。

1……半導体レーザ、2……半導体レーザの出力光、3……半透明膜、4……同軸型空洞共振器、5……アバランシ光ダイオード、6……電気出力、7……可変減衰器、8……移相器、9……結合器、10……外部標準周波数源、11……比較検出器、12……検波器、13……外部変調器、21……同軸型空洞共振器、22……アバランシ光ダイオード、23……入射信号光、24……結合器、25……半導体レーザ、26……再生光、27……直

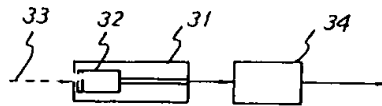
第 1 図



第 3 図



第 4 図



第 2 図

